



Jaakko Korhonen

RASVANEROTTIMIEN LÄMPÖTILAMITTAUKSET

RASVANEROTTIMIEN LÄMPÖTILAMITTAUKSET

Jaakko Korhonen
Opinnäytetyö
2015
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma, LVI -tekniikka

Tekijä(t): Jaakko Korhonen
Opinnäytetyön nimi: Rasvanerottimien lämpötilamittaukset
Työn ohjaaja(t): Martti Rautiainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2015 Sivumäärä: 36 + 10 liitettä

Tämän insinöörityön tavoitteena oli selvittää, kuinka korkeita rasvanerottimien jätevesien lämpötilat ovat. Työn tilaaja oli Wavin-Labko Oy.

Pääasiallisina mittauskohteina olivat sisälle asennetut rasvanerottimet. Lisäksi mitattiin maahan asennettujen erotinkaivojen lämpötiloja, jotta saataisiin laajempi käsitys lämpötilojen tasosta. Mittaukset suoritettiin vähintään viikon mittaisina jaksoina ja mittausvälillä 30 sekuntia. Mittalaitteena käytettiin pienikokoista dataloggeria ja siihen liitettyä termoparia. Mittauksia suoritettiin Oulussa, Tampereella ja Helsingissä noin 6 kuukauden aikana. Kohteiksi pyrittiin valitsemaan erityyppisiä ja erikokoisia ravintoloita.

Mittaustulosten perusteella lämpötila ei kohonnut ainakaan erottimien keskellä niin korkeaksi, että erottimien valmistusmateriaalin maksimilämpötila olisi ollut vaarassa ylittyä. Keittiöiden astianpesukoneiden veden lämpötilat voivat olla korkeita, jopa 85 °C. Lämpötilat rasvanerottimien tuloyhteiden lähellä eivät mittauksen perusteella kuitenkaan nousseet edes 50 °C:n lämpötilaan maahan asennetuissa erottimissa. Kun erotin on oikein mitoitettu, sen vesitilavuus on riittävän suuri tasaamaan lämpötilan. Kuuma jätevesi myös jäähtyy ja sekoittuu kylmempään veteen jo rasvaviemärissä ennen rasvanerotinta. Kahdessa kohteessa sisälle asennettujen erottimien mittaukselliset tulokset antavat aiheen epäillä, että lämpötila on voinut nousta lähes 50 °C:n erottimen tulopäässä. Sisälle asennettujen rasvanerottimien lämpötilaa ei päästy mittaamaan erottimen kuumimmasta kohdasta, koska mittausanturia ei voitu asettaa lähelle tuloyhdettä. Tämä vaikeutti tulosten analysointia ja vertailua. Johtopäätöksiä jouduttiin tekemään osittain oletusten perusteella. Mittaustulosten perusteella on mahdollista, että pienissä sisälle asennetuissa erottimissa lämpötila voi kohota yli 50 °C:n joissain käyttötilanteissa. Tällaisissa kohteissa voisi olla tarpeellista käyttää korkeampaa lämpötilaa kestävästä materiaalista kuin PE-muovi.

Asiasanat: rasvanerottimet, jätevesi, lämpötilamittaus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 WAVIN-LABKO OY	6
2.1 Historia	6
2.2 Tuotteet	7
3 RASVANEROTTIMET	9
3.1 Rasvanerottimen rakenne ja toiminta	11
3.2 Mitoitus	14
3.3 Rasvanerottimen valinta	16
3.4 Rasvanerottimen asennus ja viemärointi	16
3.5 Lämmöntalteenotto rasvanerottimesta	17
4 JÄTEVEDET AMMATTIKEITTIÖISSÄ	19
5 VIEMÄRILAITTEIDEN LÄMPÖOMINAISUUDET	20
5.1 Viemäriputket	20
5.2 Rasvanerottimet	21
6 MITTAUSKOHTEET JA MITTAUSTAPA	23
7 MITTAUSTEN SUORITTAMINEN	25
8 MITTAUSTULOKSET	28
9 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	34
Liite 1. Mittaustulokset	

1 JOHDANTO

Tämän työn tilaaja on Wavin-Labko Oy. Työssä haluttiin selvittää millaisia lämpötiloja rasvanerotinkaivojen jätevesissä esiintyy. Asiaa tutkittiin mittaamalla eri laisten kohteiden jäteveden lämpötilaa erotinkaivoissa. Pääpaino mittauksissa oli sisälle asennettavissa rasvanerottimissa. Tavoitteena oli saada mittaustuloksia 5–10 kohteesta. Mittauksia tehtiin vertailun vuoksi myös ulos asennetuista erotinkaivoista.

Saatua mittausdataa voitaisiin käyttää tehtäessä päätöstä kannattaisiko Wavin-Labkon tarjota joihinkin kohteisiin sisälle asennettavia erikoismalleja, joiden lämpönkesto on korkeampi kuin normaaleissa PE-muovista valmistetuissa erottimissa. Lisäksi tavoitteena oli saada selville, kuinka lämpimiä ammattikeittiöiden koneiden päästämät jätevedet voivat olla ja näkyvätkö mahdolliset korkeat lämpötilat myös rasvanerottimien lämpötiloissa.

Energiatehokkuus on nykyisin tärkeä seikka kun suunnitellaan uusien kohteiden LVI-järjestelmiä. Ammattikeittiöiden harmaat jätevedet sisältävät paljon lämpöenergiaa. Tämän lämpöenergian talteen ottamisen mahdollisuuden kartoitus oli myös yksi työn tavoitteista.

2 WAVIN-LABKO OY

2.1 Historia

Suomalaisen Wavin-Labko Oy:n taival erilaisten ympäristöalan laitteiden suunnittelussa, kehityksessä ja valmistuksessa käynnistyi perheyhtiönä yli 50 vuotta sitten. Yritys aloitti toimintansa Heinolassa vuonna 1964 ja siirtyi sieltä Tampereen kautta Kangasalle vuonna 1982. Pääkonttori muutti Tampereen Hervantaan kesällä 2014. (1.)

Oy Labko Ab:n yritystoiminta perustui alkuvaiheessa pinnanmittaukseen, jota käytettiin veden ja öljyn rajapinnan mittaamiseen. Labkon silloinen sisaryhtiö valmisti lujitemuovisia veneitä, ja lujitemuoviosaamisen edut oivallettiin myös tuotekehityksessä. Innovaatioiden tuloksena syntyi erotinkaivojärjestelmä, ja kun siihen liitettiin elektroniikka-osaaminen, luotiin markkinoiden edistyneisin tuote eli hälytinlaittein varustettu erotinkaivo. (1.)

Pian erottimien rinnalla alettiin valmistaa lokasäiliöitä, mikä avasi tien uudelle liiketoiminta-alueelle. Tänä päivänä Wavin-Labkon liiketoiminnan selkäranka ovatkin sekä erotinkaivojärjestelmät että haja-asutusalueen jätevesienkäsittelyjärjestelmät. Wavin-Labkon lujitemuovisia tuotteita alettiin valmistaa 70-luvun alussa Sysmässä. Liiketoiminnan kasvaessa tuotanto siirtyi Joutsaan vuonna 1989. Siirron yhteydessä perustettiin pelkästään tuotantoon keskittyvä Lasa-Muovi Oy, missä lujitemuovituotteet valmistetaan vielä nykyäänkin. Toiminnan kehittyessä ja monipuolistuessa tarvittiin tuotantolaitos polyeteenisten tuotteiden valmistukseen, ja 10 vuotta myöhemmin valmistui Wavin-Labkon PEM-tehdas Kangasalan Lentolan teollisuusalueelle – vain muutaman kilometrin päähän silloisesta pääkonttorista. Lasa-Muovi fuusioitiin Wavin-Labkoon vuoden 2008 lopussa. (1.)

Vuonna 2003 yrityksen liiketoimintaosaaminen laajeni entisestään, kun perheyri-tyt myytiin kansainväliselle konsernille, Wavin Groupille. Oy Labko Ab:sta tuli Wavin-Labko Oy ja tanskalaisen Nordisk Wavin A/S:n tytäryhtiö. Wavin on Euroopan johtava muovisten putkijärjestelmien toimittaja, ja erotin- ja säiliötuotteet

sopivat hyvin sen strategiaan. Putkilla ja säiliöillä on yhteinen jakelukanava, ja putkia voidaan hyödyntää myös erotin- ja säiliötuotteissa. Yrityskaupan myötä Wavin-Labko sai uuden merkittävän jakelukanavan Eurooppaan, ja Wavinin tuotteet tarjosivat myös oivallisen lisän Wavin-Labkon tuotevalikoimaan kotimaan markkinoilla. Yrityksen asema monipuolisten ja vaativien ratkaisujen toteuttajana vahvistui. (1.)

Sähköiset pinnankorkeuden mittauslaitteet ja hälyttimet sekä automaatio- ja tunnistintekniikka ja tiedonsiirron internetpohjaiset ratkaisut olivat pitkään merkittävänä osana Wavin-Labkon tuotevalikoimaa. Ajan kanssa ilmeni, että mittalaite-liiketoiminta oli kuitenkin melko kaukana emoyhtiön ydinosastaamisesta, ja tuli aika luopua siitä. Vuonna 2007 Net&Instruments-yksikkö siirtyi ruotsalaisen Indutrade AB:n omistukseen. Mittalaite-elektroniikka on edelleen merkittävä osa Wavin-Labkon tuotteita, ja asiakkaat saavat jatkossakin luotettavat jätevesiratkaisut tarvittavine hälytinalitteineen samasta paikasta. (1.)

2.2 Tuotteet

Tuotevalikoima kattaa liike- ja palvelurakentamisen erotinkaivojärjestelmät, haja-asutusalueen jätevedenkäsittelyjärjestelmät, kiinteistö- ja kunnallistekniikan putkisto- ja kaivojärjestelmät sekä hule- ja sadevesien käsittelyjärjestelmät. Erotinkaivojärjestelmien kehittäjänä, valmistajana ja myyjänä Wavin-Labko on edelläkävijä pohjoismaissa. Pitkän kokemuksen ja vahvan tuotekehityspanostuksen ansiosta yritys on noussut markkinajohtajaksi tällä tuotealueella. (1.)

Haja-asutusalueen jätevesienkäsittelyjärjestelmistä Wavin-Labko tarjoaa Suomen laajimman tuoteperheen. Valikoimasta löytyy kiinteistöjen ja vapaa-ajan asuntojen jätevesien puhdistamiseen kuhunkin kohteeseen parhaiten sopiva ratkaisu. Tuotteet täyttävät Suomen tiukat kiinteistöjen jätevesien käsittelylle asetetut määräykset. (1.)

Putkisto- ja kaivojärjestelmissä Wavin-Labkolla on tukenaan kansainvälisen Wavin-konsernin yli 50 vuoden kokemus. Wavin on kattavalla ja laadukkaalla kiin-

teistö- ja kunnallistekniikan tuotevalikoimallaan Euroopan johtava muovisten putkijärjestelmien toimittaja. Wavin-Labkon putki- ja kaivovalikoima kattaa erilaiset uudis- ja saneerausrakentamisen tarpeet. (1.)

3 RASVANEROTTIMET

Rasvanerotin tehtävä on erottaa jätevedestä rasva. Rasva jää erotinkaivon rasvankeräystilaan, josta se tyhjennetään tilan täytyttyä. Näin rasva ei pääse viemäriverkkoon tukkimaan sitä. Rasvanerottimeen johdetaan harmaat jätevedet kiinteistön siitä osasta, jossa erotinta tarvitaan. Erotinmen lähtöpäästä jätevedet johdetaan kiinteistöstä lähtevään viemäriin.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (myöh. RakMK) osa D1 asettaa määräykset jätevesilaitteiston toteutukselle. Kiinteistön jätevesilaitteisto on suunniteltava ja asennettava siten, että siitä ei aiheudu terveydellistä vaaraa, epämiellyttäviä hajuja, viemäritulvia, melua tai muita haittoja. Jätevesilaitteisto on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti. Sen on oltava riittävän kestävä ja käytövarma. (2, s.19.)

Jätevesilaitteisto tulee varustaa tarpeellisin erotin- ja käsittelylaittein, jos jätevesi sisältää haitallisessa määrin joitakin seuraavia aineita

1. hiekkaa, lietettä tai muita kiinteitä aineita
2. rasvaa tai muita aineita, jotka erottuvat jäteveden jäähtyessä
3. bensiiniä, muita palo- ja räjähdysalttiita aineita, öljyä tai muita aineita, jotka eivät liukene veteen
4. syövyttäviä aineita
5. raskasmetalleja tai muita ympäristölle haitallisia aineita. (2, s. 24).

Eroittimen ja sen tulopuolella olevan jätevesilaitteiston materiaalit valitaan niin, että ne kestävät erotusta edellyttäviä aineita. Maahan asennettavan erotinmen on kestävä maamassan ja pohjaveden aiheuttamat rasitukset ja paine. Erotinmen poistoviemäri tehdään niin, ettei erotin pääse tyhjentymään painovoimaisesti lap-poperiaatteella. (2, s. 24.)

Rasvanerotin on pakollinen valmistuskeittiöissä (yli 50 annosta/päivä), grilleissä ja jakelukeittiöissä (yli 100 annosta/päivä) sekä teurastamoissa ja lihanjalostus-

ja elintarviketeollisuudessa. Lisäksi paikallinen viranomainen asettaa omat vaatimuksensa rasvanerottimille. (2, s. 54.)

Eroin- ja käsittelylaitteet on tehtävä ja sijoitettava siten, että ne ovat helposti huollettavissa ja tyhjennettävissä. Erottimien on oltava käyttövarmoja. Öljyn- ja rasvanerottimissa on oltava varastotilan täyttymisen ilmaiseva hälytysautomaattiikka. Öljyn- ja tarvittaessa rasvanerottimet varustetaan näytteenottokaivoin (2, s. 24). Kaikkiin rasvanerottimien osiin on päästävä käsiksi tarkastusta, testausta, huoltoa, tukkeiden avaamista sekä rasvan ja jätteiden poistamista varten. Rasvanerottimissa, jotka ovat nimelliskooltaan vähintään NS 4, tulee olla vähintään yksi huoltoaukko. (3, s. 24.)

Kaikkien erottimien toiminnan kannalta välttämättömien osien on oltava kunnolla kiinnitettyjä. Oikean toiminnan varmistamiseksi ja tukkeutumisen estämiseksi kaikkien sisäosien on mahdollistettava halkaisijaltaan 80 mm pallon läpikulku. (3, s. 26.)

Rasvanerotin varustetaan tiivein kansin ja tuuletetaan yleensä erikseen, tavallisesti rakennuksen sisäpuolisella tuuletusviemärillä katon yläpuolelle. Rasvanerotin voidaan tuulettaa myös siihen liittyvien viemäripisteiden tuuletusviemärin kautta (2, s. 21). Rakentamismääräyskokoelman osa D1 määrittelee erottimien valinta- ja mitoitusperusteet. Kaikkien käytettävien erottimien tulee täyttää RakMK:n osan D1 vaatimukset.

Rasvanerottimet voidaan rakentaa seuraavista materiaaleista

- raudoittamaton betoni, raudoitettu betoni, kuiduilla vahvistettu betoni
- metalliset materiaalit: valurauta, ruostumaton teräs, teräs
- muoviset materiaalit: lasikuituvahvisteiset muovit, polyeteeni
- lasitettu savi. (3, s.16).

Näistä yleisimmin käytetään muovisia materiaaleja. Standardissa SFS-EN 1825-1 määritellään tarkat vaatimukset mm. materiaalien tiheydelle, vetolujuudelle,

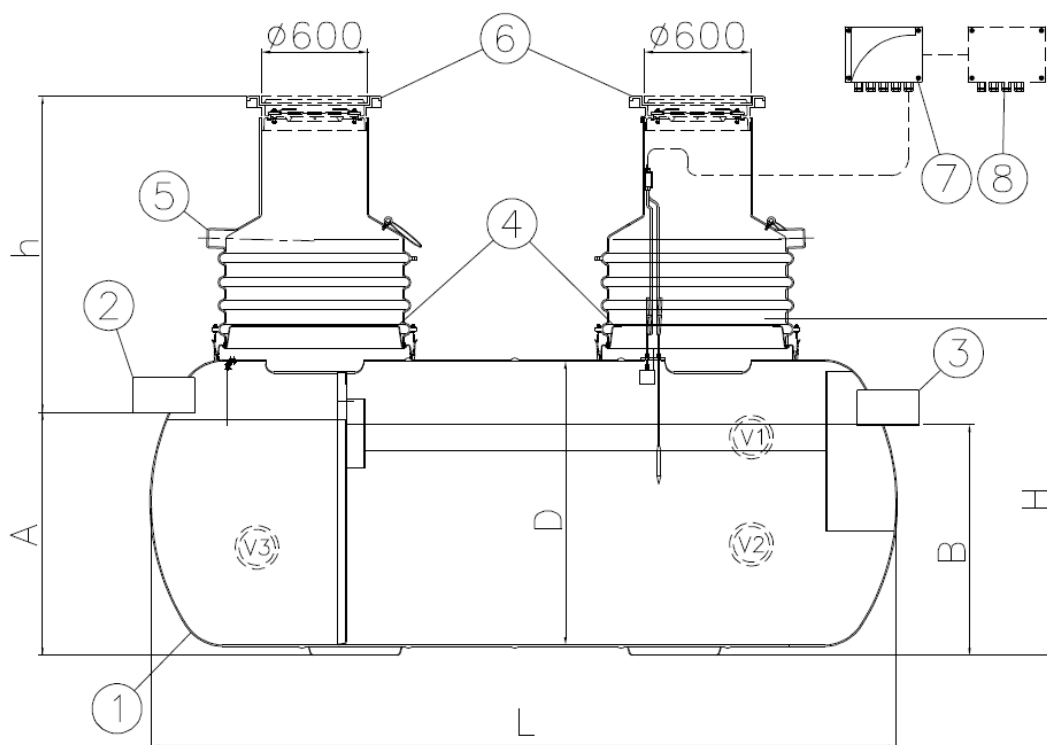
UV-kestävyydelle ja kemialliselle kestävyydelle sekä erottimen valmistusprosessille. Kaikkien edellä mainittujen materiaalien on kestävä eläin- ja kasviperäisiä rasvoja sekä hajoavia aineita, herkästi reagoivia suoloja, korkeaa lämpötilaa, pesuaineita ja niiden hajoamistuotteita, tai ne tulee suojata asianmukaisesti (3, s.18 - 22). Rasvanerotin on suunniteltava kestäväksi kaikkia vaihtelevia kuormituksia, joita siihen voidaan odottaa kohdistuvan sen toiminnallisuutta ja ympäristöä vaarantamatta sekä estämään sen mahdollinen kelluminen tyhjänä (3, s. 26).

Rasvanerotin on rakennettava niin, että aikaansaadaan esteetön läpivirtaus ja virtauksen on oltava mahdollisimman tasaista. Jätevesi on johdettava rasvanerotuskammioon lietteenpidättimen kautta.(3, s. 28.)

3.1 Rasvanerottimen rakenne ja toiminta

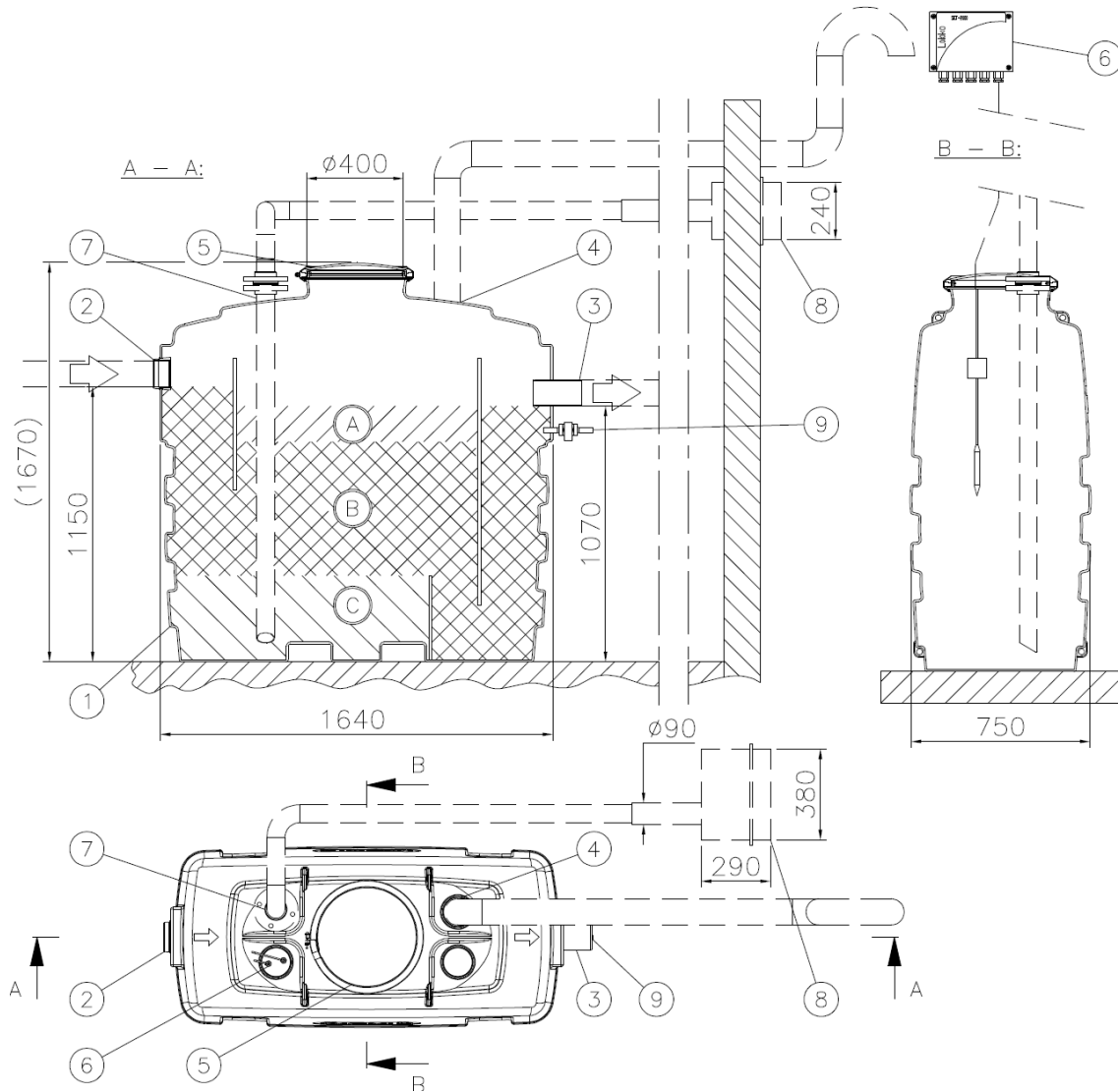
Rasvanerottimen toiminta perustuu vettä kevyemmän rasvan nousuun erottimessa olevan nesteiden pinnalle, josta se voidaan rasvan varastotilan täytyttyä poistaa. Jätevedessä oleva liete ja kiinteä aine jäävät liete-tilaan.

Kuvassa 1 on esitetty maahan asennetun Wavin-Labkon valmistaman rasvanerottimen rakenne. Säiliön (1) tulopäässä on tuloyhte (2) ja lähtöpäässä lähtöyhte (3). Säiliön päällä ovat huoltokaivot (4), joissa on tuuletusyhteet (5). Valurautakansisto (6) valitaan sen mukaan, millaista rasvasta niiden täytyy kestää. Rasvatilan täyttymis- ja padotushälytin (7) on pakollinen varuste rasvanerotimissa. Jätevesi tulee erottimeen tuloyhteen kautta, ja virtaus ohjataan tuloyhteen edessä olevalla virtauksenohjauslevyllä kohti pohjaa. Liete jää liete-tilaan (V3). Vesi virtaa väliseinän yli rasvanerotustilaan, jossa rasva erottuu ja nousee pinnalle (V1, rasvatilavuus). V2 on tehollinen tilavuus. Veteen mahdollisesti jäänyt liete painuu pohjaan. Vesi jatkaa viemäriverkostoon poistoyhteen kautta.



KUVA 1. Maahan asennettu rasvanerotin (4, s. 5)

Pienen (NS2), sisälle asennettavan rasvanerotimen rakenne on esitetty kuvassa 2. Toimintaperiaate on sama kuin maahan asennettavassa erottimessa. Rakenne poikkeaa hieman isommasta erottimesta. A on rasvan varastotilavuus, B tehollinen tilavuus ja C lietteen varastotilavuus. 9 on näytteenottoventtiili.



KUVA 2. Sisälle asennettu rasvanerotin (5, s.4)

3.2 Mitoitus

Rasvanerottimien mitoitus perustuu RakMK:n osan D1 määräyksiin ja ohjeisiin. Mitoitusperusteet ovat vuosien aikana muuttuneet 2 kertaa. Ensimmäisessä RakMK:n osan D1 versiossa vuodelta 1981 ei ollut minkäänlaista mainintaa rasvanerottimista. Tuolloin erottimien mitoitus ja valinta tapahtuivat pääasiassa valmistajien ohjeiden mukaan. Seuraavassa on käsitelty sitä, miten rasvanerottimien mitoitusperusteet ovat muuttuneet vuosien aikana ja miten jäteveden lämpötila on otettu huomioon mitoituksessa.

Vuonna 1987 D1:een lisättiin lyhyt mitoitusohje rasvanerottimille. Se perustui pintakuormitukseen ja viipymäaikoihin. Pintakuormitus tarkoittaa erottimeissa käsitellyn jäteveden tai lietteen määrää aikayksikköä ja puhdistusaltaan pinta-alayksikköä kohti (6). Viipymäajalla tarkoitetaan aikaa, jossa erottimeen koko sisältö vaihtuu mitoitusvirtaamalla (7, s.14).

Pintakuormituksen ollessa $\leq 5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ viipymäaika piti olla vähintään 9 minuuttia (keittiöt, grillit ja leipomot). Pintakuormituksen ollessa $\leq 1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ viipymäaika piti olla vähintään 2 h (teurastamot ja lihanjalostus- ja elintarviketeollisuus). Mitoitusvirtaama laskettiin kaavasta 1 (7, s. 34).

$q = q_K + q_A$, jossa

KAAVA 1

q = rasvanerottimeen mitoitusvirtaama [dm^3/s]

q_K = kohteen viemäripisteiden normivirtaamien summasta saatu mitoitusvirtaama [dm^3/s]

q_A =virtaaman lisätekijä, joka saadaan keittiössä vuorokaudessa valmistettavien annosten määrästä (taulukko D1:ssä) [dm^3/s]

Rasvanerottimen mitoitusvirtaama piti sitten muuttaa yksikköön m^3/h , jotta voitiin määrittää oikean kokoinen erotin. Rasvanerottimien yhteydessä ei mainittu jäteveden lämpötilaa mitoitusperusteena lainkaan. (7, s. 34)

Viimeisimmässä D1-versiossa vuodelta 2007 mitoitus tapa perustuu standardiin SFS-EN 1825-1. Siinä otettiin käyttöön rasvanerottimen nimellismitoitusvirtaama ja nimelliskoko, NS.

Rasvanerottimen nimellismitoitusvirtaama NS (dm^3/s) lasketaan kaavalla 2 (2, s. 56).

$NS = Q_s f_t f_d f_f$, jossa

KAAVA 2

Q_s on jäteveden mitoitusvirtaama [dm^3/s]

f_t jäteveden lämpötilakerroin, $f_t = 1$ kun jäteveden lämpötila $\leq 60^\circ\text{C}$ ja $f_t = 1,3$ kun jäteveden lämpötila $> 60^\circ\text{C}$.

f_d rasvan tiheyskerroin, $f_d = 1$, keittiöt, teurastamot tms.

f_f haitta-kerroin, $f_f = 1,3$, jos kohteessa käytetään pesu- tai huuhteluaineita, muuten käytetään arvoa 1. Korkean hygieniatason laitoksissa kuten sairaaloissa $f_f = 1,5$.

Jäteveden mitoitusvirtaama Q_s voidaan määrittää

- mittaamalla (saneerauskohteet)
- laitekohtaisesti, jolloin mitoitusvirtaamana käytetään vesipisteiden ja laitteiden antamaa todellista virtaamaa tai
- laitospohtaisesti, jolloin mitoitusvirtaama lasketaan kaavalla 3 (2, s. 57).

$Q_s = V F / (3600 t)$, jossa

KAAVA 3

Q_s on jäteveden mitoitusvirtaama (dm^3/s)

V keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä (dm^3)

F huippuvirtaamakerroin D1:n taulukoista

t päivittäinen käyttöaika (h).

Keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä (V) voidaan määrittää vedenkulutustietojen mukaan. Mikäli vedenkulutustietoja ei ole käytettävissä, käytetään D1:ssä olevia taulukoita V :n määrittämiseen. (2, s. 57.)

Nykyisessä mitoitusohjeessa jäteveden lämpötila otetaan siis huomioon yhdellä kertoimella ft. Jos jätevesi on yli 60 °C:n lämpöistä, kerroin kasvattaa rasvanerottimen nimelliskokoa.

3.3 Rasvanerottimen valinta

Erottimen koko voidaan valita suoraan nimellisvirtaaman (NS) mukaan. Erottimeksi valitaan seuraava mitoituksen tuloksena saatua nimellisvirtaamaa suurempi NS-koko. Erottimien vakionimelliskoot ovat 1, 2, 4, 7, 10, 15, 20 ja 25. Myös muut nimelliskoot ovat sallittuja (3, s.16). Useampi samaa nimelliskokoa oleva erotin voidaan kytkeä rinnan virtauksen jakautuessa tasaisesti kullekin erottimelle (8, s. 8). Suurin ongelma erottimen mitoituksessa onkin määrittää jäteveden mitoitusvirtaama (Q_s) siten, että se vastaa kohteen todellista virtaamaa. Mahdollisimman tarkat tiedot keittiön tai laitoksen käyttötarkoituksesta ja koneista ja laitteista, jotka laskevat vettä rasvaviemäriin, sekä tieto valmistettavien annosten määrästä auttavat erottimen mitoituksessa.

3.4 Rasvanerottimen asennus ja viemäröinti

Wavin-Labko Oy valmistaa rasvanerottimia, jotka voidaan asentaa joko sisätiloihin, lattian alle tai ulos maan alle. Kohteen koko, rakennuksen sijainti ja se, onko kyseessä uudis- vai saneerauskohde, määrittävät sen, valitaanko sisä- vai ulkomalli.

Rasvanerottimet tulee asentaa mahdollisimman lähelle jäteveden lähdettä, mutta ne eivät saa sijaita tuulettamattomissa huoneissa, teillä, pysäköintialueilla tai varastoalueilla. Haju- ja kärpähaitan vuoksi erottimia ei tule sijoittaa asuintalojen läheisyyteen, erityisesti avattavien ikkunoiden tai ilman sisäänottojen läheisyyteen. Erottimien luokse on päästävä helposti puhdistusajoneuvoilla. Erityiset toiminnalliset tai rakenteelliset olosuhteet saattavat edellyttää erottimen sijoittamista etäälle jäteveden lähteestä. Erottimet on asennettava tavalla, joka estää pakkasvauriot ja mahdollistaa säännöllistä huoltoa vaativien osien helpon käsiteltävyyden joka tilanteessa. Mikäli tarpeellista, erottimien kulkuaukkojen kannet

on tuettava siten, että erottimeen kohdistuva kuorma ei ylitä suunnittelulujuutta. (8, s.14.)

Jätevesi on johdettava rasvanerottimeen painovoiman avulla. Jos rasvanerotinmen staattinen vedenpinta on alempana kuin ylivuototaso, erottimen virtausaine on johdettava viemärijärjestelmään käyttämällä jäteveden pumppaamo. Erottimen tulopuolelle asennettavien putkistojen on oltava vähintään 2 ‰:n (1:50) kallistuskulmassa jotta rasva ei kerääntyisi viemäriputkiin. Jos tämä ei ole rakenteellisista ja/tai toiminnallisista syistä mahdollista ja/tai tarvitaan pidempiä putkiveitoja, on rasvan kerääntyminen ja kerrostuminen estettävä asianmukaisin toimenpitein. Siirtymä pysty- ja vaakasuoran putken välillä on toteutettava käyttämällä kahta 45°:n kulmaa, joiden väliin asennetaan vähintään 250 mm pitkä putki, tai vaihtoehtoisesti käyttämällä tätä vastaavaa, suurisäteistä taivutuskulmaa. Kulman jälkeen erottimen tulopuolella on oltava tyyntymisalue, jonka pituuden on oltava vähintään kymmenkertainen syöttöputken nimelliskokoon nähden. (8, s.14.)

Rasvanerottimeen saa johtaa ainoastaan orgaanisia rasvoja tai öljyjä sisältävää jätevettä. Erityisesti seuraavia ei saa johtaa rasvanerottimeen

- ulostetta sisältävää jätevettä ("mustaa" vettä)
- sadevettä
- kevyitä nesteitä sisältävää jätevettä, esim. mineraaliperäistä rasvaa tai öljyä. (8, s. 12.)

3.5 Lämmöntalteenotto rasvanerotimesta

Jätevesien lämmöntalteenotosta on tehty mm. amk-insinööritasoisia opinnäytteitä jo aiemmin. Sen vuoksi kovin syvällinen tarkastelu tästä aiheesta ei tämän työn yhteydessä ole tarpeellista.

Jätevesien lämmöntalteenotossa ongelmana on, että normaaliin jätevesijärjestelmään, jossa kaikki mustat ja harmaat jätevedet kulkevat samoissa putkissa, ei

pysty tekemään toimivaa järjestelmää. Viemäröinti tulisi hoitaa kaksoisviemäröinnillä (9, s. 32).

Kohteissa, joissa on yksi tai useampi rasvanerotin, kaksoisviemäröinti on jo olemassa. Samoin rasvanerotin toimii lämpösäiliönä, jota voidaan käyttää lämmöntalteenoton toteutuksessa. Esimerkiksi isoissa elintarviketeollisuuden laitoksissa lämmintä jätevettä syntyy paljon ja rasvanerottimet ovat pakollisia. Näissä kohteissa lämmöntalteenotto on varmasti kannattavaa. (9, s. 3.)

Tämän työn mittauskohteista Haukiputaan ammattioppilaitoksella on rasvanerotinkaivon perään asennettu lämmöntalteenottojärjestelmä. Sen toimintaan ei tämän työn puitteissa perehdytä.

Elinkaarikustannusten perusteella edullisin lämmöntalteenottotapa on käyttää jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmää ja lämpöpumppua, ja lämmittää niillä käyttövesi niin pitkälti kuin mahdollista. Loppu tarvittava lämpö voidaan tuottaa esim. kaukolämmöllä. Myös muita tapoja voidaan käyttää ja esim. esilämmittää käyttövesi lämmöntalteenotolla ja käyttää lisänä vaikka kaukolämpöä. (9, s. 29–31.)

4 JÄTEVEDET AMMATTIKEITTIÖISSÄ

Ammattikeittiöissä lämmintä jätevettä muodostuu monesta eri lähteestä. Kaikkein merkittävin lämpimän jäteveden tuottaja on astioiden pesu. Astioiden pesu on myös näiden kohteiden merkittävin energian kuluttaja (40 % sähköenergiasta). Energiaa tarvitaan erityisesti veden lämmittämiseen. Ammattikeittiöissä käytetystä vedestä 80 % kuluu astioiden pesuun. (10, s. 14.)

Esimerkiksi Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön ravintolan keittiön koirinkuljetusastianpesukoneet käyttävät vettä 11 litraa minuutissa ja niiden kokonaissähkötehot ovat 40 ja 47 kW (11, s. 34–35). Pienemmissä keittiöissä käytettävät kupuastianpesukoneet käyttävät vettä noin 3 litraa/pesuohjelma ja niiden sähköteho on noin 10 kW (12, s. 35).

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on laatinut ohjeistuksen ammattikeittiöiden astioiden pesulämpötiloille. Ennen koneellista pesua astiat täytyy huuhdella viileällä 35–40 asteisella vedellä, jotta proteiinit eivät pesussa pala kiinni astiaan. Erillistä pesuainetta ei tarvita. Konepesussa paras lämpötila on 60–65 °C. Matalampi lämpötila heikentää pesutehoa, kun taas korkeampi polttaa lian kiinni astioihin. Riittävä lämpötila sulattaa rasvan, nopeuttaa pesuaineen ja lian välisiä kemiallisia reaktioita, lisää lian liukenevuutta ja tuhoaa mikrobeja. Huuhteluveden lämpötilan tulee olla 80–85 °C. Kuumuus tuhoaa mikrobeja ja nopeuttaa astioiden kuivumista. Pesulämpötilojen seuranta tulee myös liittää ravintolan omavalvontasuunnitelmaan. Kuntien valvontaviranomaiset tarkastavat valvontasuunnitelman mukaisissa tarkastuksissa, että pesulämpötiloja seurataan ja että ne ovat ohjeiden mukaisia. (13.)

Ammattikäytössä olevat astianpesukoneet saavuttavat nuo viranomaisen laatimat ohjelämpötilat. Tämän työn mittauskohteissa olevien astianpesukoneiden pesulämpötilat ovat n. 60 °C ja huuhtelulämpötilat 85 °C.

5 VIEMÄRILAITTEIDEN LÄMPÖOMINAISUUDET

5.1 Viemäriputket

Koska ammattikeittiöiden jätevesien lämpötilat voivat olla hetkellisesti jopa 85 °C, täytyy myös viemäriputkien lämmönkestävyys olla riittävä. Taulukossa 1 on esitetty kiinteistöviemäreiden yleisimmät materiaalit ja nimelliskoot.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä kiinteistöviemärien yleisimmistä putkimateriaaleista ja nimelliskoot (2, s. 53)

Nimellis- koko DN	Nimellinen ulkohalkaisija x pienin seinämänpaksuus $d_n \times e$ (mm)						
	PP B/BD ¹⁾	PP Miner.vahv ²⁾	PVC-U B/BD ¹⁾	PE B/BD ¹⁾	PE ³⁾ SDR 17	Valurauta	Ruostuma- ton teräs ⁴⁾
32	32 x 1,8/1,8	-	-	32 x 3,0/3,0	-	-	-
40	40 x 1,8/1,8	-	-	40 x 3,0/3,0	-	-	-
50	50 x 1,8/1,8	58 x 4,0	-	50 x 3,0/3,0	-	58 x 3,5	50 x 1,0
70	75 x 1,9/2,3	78 x 4,5	75 x 3,0/3,0	75 x 3,0/3,0	75 x 4,5	75 x 3,5	75 x 1,0
100	110 x 2,7/3,4	110 x 5,3	110 x 3,2/3,2	110 x 3,4/4,2	110 x 6,6	110 x 3,5	110 x 1,0
125	125 x 3,1/3,9	135 x 5,3	125 x 3,2/3,2	125 x 3,9/4,8	125 x 7,4	125 x 4,0	-
150	160 x 3,9/4,9	160 x 5,3	160 x 3,2/4,0	160 x 4,9/6,2	160 x 9,5	160 x 4,0	160 x 1,5
200	200 x 4,9/6,2	-	200 x 3,9/4,9	200 x 6,2/7,7	200 x 11,9	200 x 5,0	-

¹⁾ Käyttöalueita "B" ja "BD" vastaavat vähimmäiseinämän paksuudet.

Käyttöalue "B": käyttö vain rakennuksen sisällä pohjalaatan yläpuolella.

Käyttöalue "BD": käyttö rakennuksen sisällä ja maahan asennettuina kiinteistön alueella (kevyt liikenne).

Putkien ja putkiyhteiden merkinnöissä mm. käyttöalueen tunnus ja putkissa merkintä kelpoisuudesta kylmään ilmastoon: * (jäähde), standardin numero.

²⁾ Mineraalivahvisteinen polypropeeni, käyttö kerrostalojen kytkentä- ja kokoojaviemäreinä.

³⁾ Esimerkki paineviemäriputkesta, paineluokan valinta nostokorkeuden, paineenvaihteluiden ja ulkoisen kuormituksen perusteella.

⁴⁾ Ruostumaton teräs AISI 304 (rakennuksessa) tai AISI 316 (rakennuksessa ja maassa).

Rasvaviemäreissä käytetään yleisimmin ruostumattomasta teräksestä tai polypropeenimuovista valmistettuja PP/HT-viemäriputkia. Myös mineraalivahvistettuja PP-putkia, eli desibeliviemäreitä voidaan käyttää. PVC-putkia saa käyttää vain valun alapuolelle, maan sisään asennettuna. Niitäkin voi joissain paikoissa olla käytössä rasvaviemäreissä. Vanhoissa kohteissa voi myös edelleen olla valurautaisia putkia. (14.)

PP-viemäriputkien jatkuva lämmönkesto on 60 °C ja hetkellinen lämmönkesto 100 °C. Hetkellinen lämmönkesto tarkoittaa, että putki kestää 30 l/min suuruista virtausta 2 minuutin ajan. (15, s.4) Tällainen putkimateriaali sopii useimpiin rasvanerotinjärjestelmiin. PVC-viemäriputkien lämmönkesto on samaa luokkaa PP-putkien kanssa (14).

Ruostumattomasta teräksestä valmistetuissa putkissa ei lämmönkestävyys ole rajoittavana tekijänä viemärijärjestelmissä. Siksi se soveltuu kohteisiin, joissa jäteveden lämpötila on korkea.

Desibeliviemärien eli mineraalivahvisteisten PP-putkien jatkuva lämmönkesto on 95 °C ja hetkellinen 100 °C (16, s. 4). Ne soveltuvat siis normaalia PP-viemäriä paremmin kuumille jätevesille.

5.2 Rasvanerottimet

Tässä työssä tarkastellaan ainoastaan muovimateriaaleista valmistettujen rasvanerottimien ominaisuuksia ja Wavin-Labkon valmistamia tuotteita. Polyeteeni on maailman käytetyin muovi. PE on pehmeäpintainen, helposti työstettävä ja hyvin sääolosuhteita kestävä muovi. Se kestää hyvin vettä, suolaliuoksia ja laimeita happoja mutta huonosti voimakkaita happoja. Normaalilämpötilassa PE ei liukene mihinkään liuottimeen ja siksi PE-muovin tyypillisiä käyttökohteita ovat teollisuuden putkistot sekä säiliöt. (17, s 2–4.)

PE on suhteellisen pehmeä ja joustava materiaali, joten se ei kestä suurta kuormitusta ilman muodonmuutoksia. Siksi se alkaa muuttaa muotoaan jännityksen alaisena kun lämpötila kohoaa. Lovi-iskulujuus on erittäin hyvä ja materiaali vaimentaa iskua sekä tärinää. Kulutuskestävyys on erinomainen sekä pienissä osissa että suuremmissa kokonaisuuksissa. PE:n kitkakerroin on pieni ja sen pinta on sileä sekä erittäin hylkivä. Korkeatiheyksisen PE-HD-muovin maksimi käyttölämpötila on 80 °C, ja se kestää lyhytaikaisesti 100 °C:n lämpötilaa (18, s. 4). Rotaatiovalussa käytettävä PE-MD-muovi kestää vain 50 °C:n lämpötilaa (19).

Wavin-Labkon pienet ($NS \leq 7$) sisälle asennettavat erottimet on valmistettu rotaatiovaletusta PE-MD-muovista. Niiden lämmönkesto on 50 °C, kun jäteveden pH-arvo on välillä 3–10. Tulo- ja poistoyhteissä käytetään PE-HD-muovia, joten ne kestävät korkeampia lämpötiloja. Myös pienemmissä maahan tai lattian alle asennettavissa malleissa käytetään samoja PE-materiaaleja. PE-muovin käyttöä puoltaa materiaalin helppo työstettävyys, keveys ja edullinen hinta. (14; 19.)

Isommat, nimelliskoon NS15–NS35 rasvanerottimet valmistetaan lujitemuovista. Ne asennetaan yleensä maan alle. Lujitemuovin lämmönkesto on normaalisti 50 °C, mutta tarvittaessa voidaan valmistaa malleja, joiden jatkuva lämmönkesto on 80–95 °C. Tämä tehdään käyttämällä kuumempaa lämpötilaa kestävää hartsia. Lujitemuovisissa erottimissa tulo- ja lähtöyhteet valmistetaan PVC-muovista. Kuumuutta kestävässä erikoismalleissa yhteet ovat joko samaa lujitemuovia tai sisäpinnalta lujitemuovilla pinnoitettua PVC:tä. Erikoismalleissa myös hälytysanturit ja kaapelit joudutaan vaihtamaan kuumempia lämpötiloja kestäviksi. Kuumuudenkestoa vaativissa kohteissa on huolehdittava, että myös putkimateriaali kestää käytettävät lämpötilat. (14)

6 MITTAUSKOHTEET JA MITTAUSTAPA

Mittauskohteiksi valittiin ensimmäiseksi sellaiset kohteet, joissa ajateltiin lämpötilojen olevan mahdollisesti korkeita. Tieto näistä kohteista tuli Wavin-Labkolta, jonka henkilökunta myös sekä asensi että poisti mittalaitteen. Kohteiden rasvanerotinkaivot ovat sisäasennusmalleja.

Kohteet olivat

- ravintola Harald, Helsinki
- Hard Rock Cafe, Helsinki
- Pizza Hut, Helsinki
- ravintola Artturi, Tampere.

Lisäksi valittiin hieman erityyppisiä kohteita, joissa on myös sisälle asennettu rasvanerotin. Lisäkohteiksi valikoituivat

- Cafe Rooster, Oulu
- Phuket Thai Take Away, Oulu
- Kauppurienkatu 5, Oulu (Kauppuri 5 ja Kuluma).

Myös maahan asennettuja rasvanerottimia haluttiin mitata vertailun vuoksi. Kohteiksi pyrittiin valikoimaan sellaisia ravintoloita, joissa annosmäärät ovat suuria ja näin ollen erottimeen tulee paljon lämmintä jätevettä. Yksi kohde tuli jälleen Wavin-Labkolta (Hermia 5) ja kaksi valittiin Oulusta.

Kohteet olivat

- Hermia 5, Tampere
- Haukiputaan ammattioppilaitoksen keittiö
- Sodexon ravintola, Oamk Tekniikan yksikkö.

Tarkempaa tietoa kohteista löytyy liitteenä olevista mittaustuloksista.

Jokaisessa kohteessa mitattiin rasvanerotinkaivon jäteveden lämpötilaa. Mittaus tehtiin mahdollisimman läheltä tuloyhdettä, jossa lämpötila on korkeimmillaan. Lämpötila-anturi asetettiin noin 10 cm vedenpinnan alapuolelle. Mittausten näytteenottoväli oli 30 sekuntia. Jokaisesta kohteesta mitattiin vähintään yhden kokonaisen käyttöviikon mittainen ajanjakso.

Mittalaitteena oli Lascar electronics EL-USB-TC dataloggeri, johon oli yhdistetty termopari, joka soveltuu lämpötiloille 0 ... 400 °C (20).

Mittalaitteen virhemarginaali oli $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ja mittaustarkkuus $0,5^{\circ}\text{C}$ (20).

Mittauskohteesta pyrittiin keräämään lisäksi ainakin seuraavat tiedot:

- valmistettujen annosten määrä päivässä
- jätevettä päästävien laitteiden määrä ja käyttölämpötilat.



KUVA 3. Mittauksissa käytetty dataloggeri (20)

7 MITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Ensimmäiset mittaukset tehtiin kesällä 2014. Hermia 5:n kiinteistössä Tampereella suoritettiin mittaukset maahan asennetusta erotinkaivosta 7.–14.7.2014. Tästä kohteesta ei saatu tarkempia tietoja. Seuraavat mittaukset suoritettiin ravintola Artturin sisälle asennetusta erottimesta 14.–28.8.2014. Tästä kohteesta saatiin hieman myös lisätietoja. Kyseessä oli lounasravintoja ja pubi.

Seuraavat mittaukset tehtiin syksyllä 2014. Wavin-Labko OY hankki toisen mittalaitteen, jotta pystyttäisiin mittaamaan tarvittaessa kahdessa kohteessa samanaikaisesti. Toinen mittalaite lähetettiin Helsinkiin, jossa mitattiin kolme kohdetta samassa kiinteistössä peräkkäisillä viikoilla. Kaikki nämä olivat sisäasennusmalleja. 23.–30.10.2014 mitattiin ravintola Haraldin rasvanerottimesta, 30.10.–6.11.2014 mittaukset suoritettiin ravintola Hard Rock Cafessa ja 6.–14.11.2014 Pizza Hut ravintolassa. Kohteiden suunnittelijalta saatiin tietoa annosmääristä ja mitoitusvirtaamista.

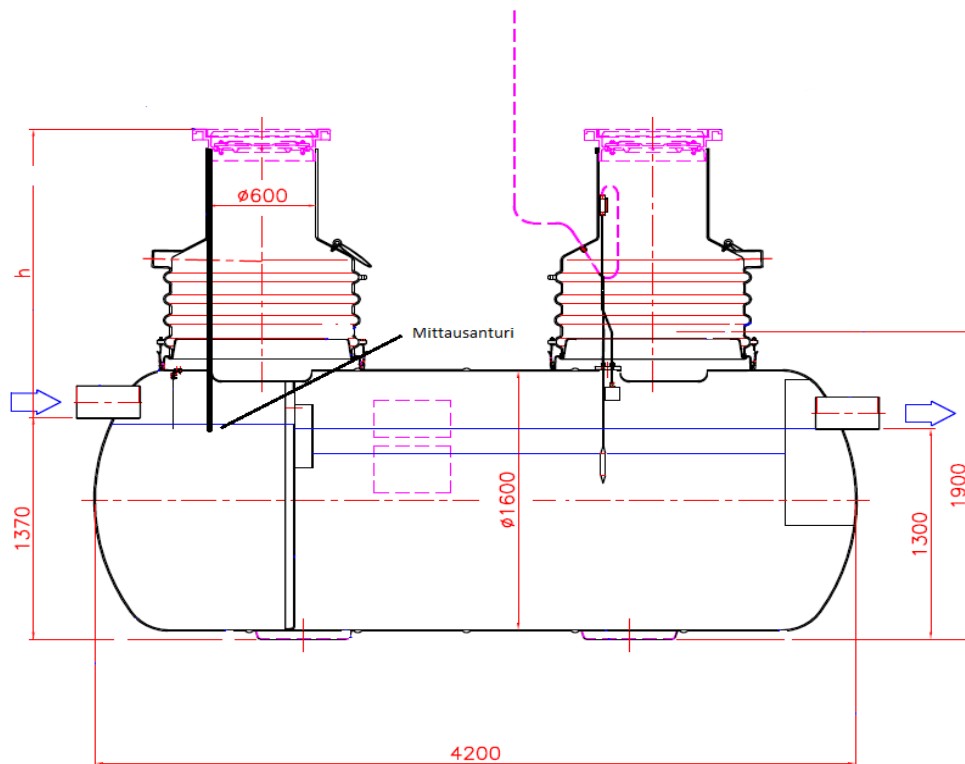
Samanaikaisesti Helsingin kohteiden kanssa mitattiin Oulussa Haukiputaan uuden ammattioppilaitoksen ravintolan rasvanerotinta. Kyseessä oli maahan asennettu erotinmalli. Mittaukset suoritettiin 7.–15.11.2014. Tämä kohde oli poikkeuksellinen sikäli, että erotinkaivo on eristetty 50 mm:n lämpöeristeellä ja sen perään on asennettu lämmöntalteenottolaitteisto. Tästä kohteesta oli tarkoitus ensin hankkia tarkemmat tiedot keittiön koneistuksesta. Lopulta päädyttiin kuitenkin siihen tulokseen, että kohde on niin samankaltainen kuin Oamk:n tekniikan yksikön ravintola, että se on tarpeetonta.

Seuraavaksi mitattiin Oamk:n tekniikan yksikön ravintolan rasvanerotimen lämpötilat. Ravintoloitsijana oli tuolloin Sodexo Oy. Mittaukset maahan asennetusta kaivosta tehtiin 3.–12.12.2014. Tästä kohteesta sain kerättyä melko paljon tietoa ravintolapäällikön suosiollisella avustuksella.

Osittain samanaikaisesti Oamk:n kanssa mitattiin Oulussa ravintola Cafe Roosterin sisälle asennettu rasvanerotin. Mittaukset suoritettiin 8.–15.12.2014. Tästä kohteesta saatiin myös kerättyä melko paljon tietoa ravintolan omistajalta.

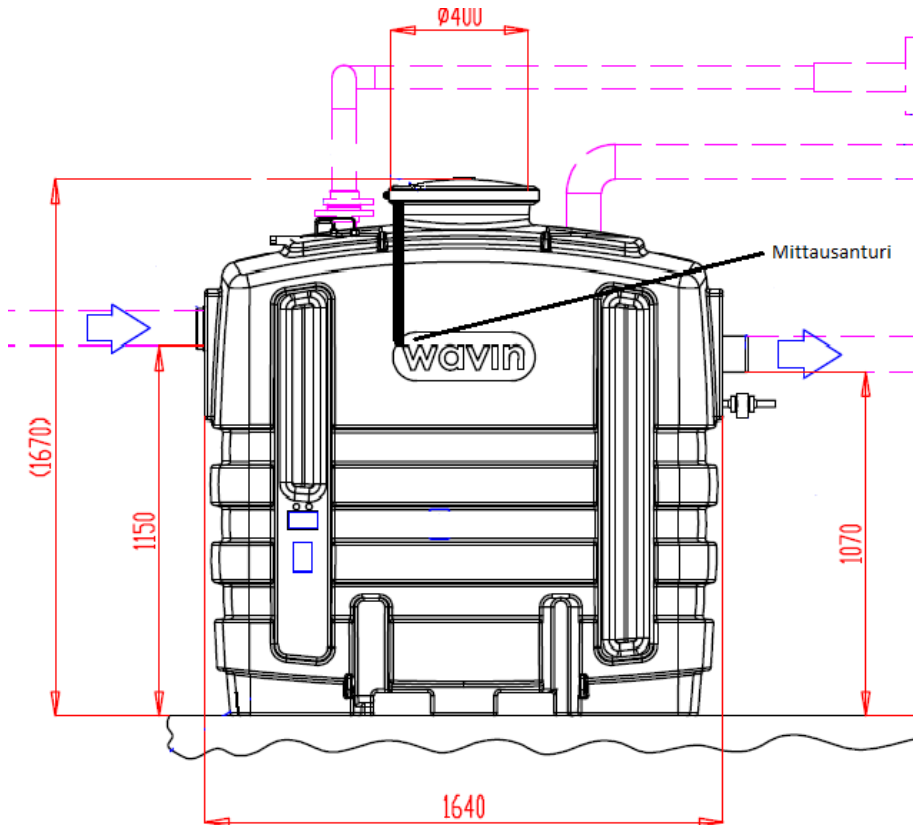
Viimeiset mittaukset tehtiin Oulussa joulukuussa 2014. Mittaukset suoritettiin samanaikaisesti Kauppurienkatu 5:ssä ja Phuket Take Away ravintolassa. Mittausajankohta oli 19.–30.12. Mittausjakso oli hieman pidempi, jotta saatiin mittauksia riittävän monelta aukiolopäivältä. Näistä kohteista ei tarkempia tietoja saatu.

Mittaukset oli tarkoitus suorittaa, kuten mittaus suunnitelmassa sanotaan, mahdollisimman läheltä erotinkaivon tuloyhdettä, jossa veden lämpötila on korkeimmillaan. Tämä onnistuikin maahan asennettujen erotinkaivojen osalta (kuva 4).



KUVA 4. Mittausanturi EuroREK NS15 rasvanerottimessa (21)

Sisäasennusmalleissa mittausanturia ei pystynyt asettamaan lähelle tuloyhdettä erottimen rakenteen vuoksi. Erottimeen ei voinut tehdä myöskään ylimääräisiä reikiä mittausanturin asentamista varten. Näissä malleissa mittaus tapahtui laskemalla anturi erottimen päällä olevan kannen välistä veteen rasvakerroksen läpi. Näin ollen mittauspaikka oli aika keskellä rasvanerotinta (kuva 5).



KUVA 5. Mittausanturi EuroREK NS2 SL rasvanerottimessa (sisäasennus) (18)

Mittalaitteena käytetty Lascar electronics EL-USB-TC-dataloggeri soveltui tämän kaltaisiin mittauksiin hyvin. Se on pienikokoinen ja oli helppo kiinnittää erottimen runkoon (sisäasennusmallit) tai kaivonkannen alle (maahan asennetut mallit). Dataloggeriin määriteltiin mittausaika ja mittausväli kiinnittämällä laite PC:n USB-liitäntään ja käyttämällä mittalaitteen valmistajan ohjelmaa. Kun mittaukset oli suoritettu, data purettiin käyttämällä jälleen valmistajan ohjelmaa. Ohjelma etsi automaattisesti mittautuloksista korkeimman lämpötilan ja laski kaikista mittautuloksista keskimääräisen lämpötilan.

8 MITTAUSTULOKSET

Työssä suoritettujen mittausten tulokset on esitetty taulukossa 2. Mittaustuloksien lämpötiläkäyrät ovat liitteinä.

TAULUKKO 2. Mittaustulokset

Sisälle asennetut rasvanerottimet	Maks. lämpötila [°C]	Keskilämpötila [°C]	Koko	Muuta tietoa
ravintola Artturi, Tampere	39	33	NS2	Lounasravintola/pub. Lounas ark. 11-15. Pub avoinna ark. -01, pe-la -03 ja su -00
Kauppurienkatu 5, Oulu	37,5	29,1	NS2	Erotinta käyttävät Kauppuri5 ja Kuluma. Kauppuri5 on hampurilaisravintoja ja pub. Kuluma on pub/kahvila
Pizza Hut, Helsinki	32	27,7	NS7	400 annosta listalta/päivä.
Cafe Rooster, Oulu	31,5	29,2	NS2	Lounasbuffet arkisin. Listalta keskimäärin 150 annosta/päivä. 200 asiakaspaikkaa.
ravintola Harald, Helsinki	30,5	28,1	NS7	500 annosta listalta/päivä.
Hard Rock Cafe, Helsinki	29	26,7	NS15	400 annosta listalta/päivä.
Phuket Thai ravintola, Oulu	26	20,4	NS2	Avoinna 11-21
Maahan asennetut rasvanerottimet				
Hermia 5, Tampere	32	29,5	NS7	Lounasravintola, ruokailu 10:30-13:00
Sodexo, Oamk tekniikan yksikkö	46,5	24,7	NS15	Lounasravintola. Ruokailu 10 - 16. Linjastoista keskimäärin 1750 annosta/päivä
Haukiputaan ammattioppilaitos	40	30,6	NS20	Lounasravintola, ruokailu 10:30-13:00

Korkeimmat maksimilämpötilat mitattiin kahdesta maahan asennetusta erottimesta, Oulun amk. 46,5 °C ja Haukiputaan ammattioppilaitos 40 °C. Kohteissa, joissa oli sisälle asennettu rasvanerotin lämpötilat jäivät 30 °C:n tuntumaan. Poikkeuksena ravintola Artturi ja Kauppurienkatu 5 joissa lämpötilat nousivat 39 °C:seen ja 37,5 °C:seen. Näissä kohteissa lämpötilat on mitattu melko keskeltä säiliötä. Näyttää siltä, että mitä pienempi erotin on kyseessä, sitä korkeammaksi lämpötila nousee.

Ravintola Artturin erotin on pienikoinen sisäasennusmalli EuroREK NS2 SL. Kun keskeltä säiliötä on mitattu lähes 40 °C:n lämpötila, voidaan olettaa, että tulopäässä lämpötila on voinut kohota välillä jopa lähelle 50 °C:n. Koska kohteesta ei ole tarkempia mitoitusperusteita olemassa, ei voida tietää, onko erotin mahdollisesti alimitoitettu. Osa lämpötilojen nopeista vaihteluista tässä kohteessa johtuu selvästikin häiriöpiikeistä mittaustuloksissa. Mitattu korkein lämpötila johtui vie-

märien pesusta, jossa oli käytetty lämmintä vettä (kuva 11, liite 1/5). Myös Kauppurienkatu 5:ssä on lämpötila voinut kohota ainakin hetkellisesti jopa 50 °C:n lämpötilaan tuloyhteen lähellä.

Muissa sisäasennusmalleissa korkeimpien lämpötilojen ja keskimääräisten lämpötilojen ero oli pieni. Kauppurienkatu 5:ssä ja Oulun Thai ravintolassa hieman suurempi ero selittyy sillä, että ravintolat olivat kiinni joulunpyhinä ja säiliöt jäähtyivät.

Koska mittauspaikka oli erilainen verrattuna maahan asennettuihin erottimiin, sisämallien korkeimmat mitatut lämpötilat eivät ole vertailukelpoisia maahan asennettujen erottimien lämpötilojen kanssa. Koska mittauskohta oli aika keskellä säiliötä, lämpötila on lähinnä erottimen keskimääräinen lämpötila. Vesi on sekoittunut enemmän ja lämpötila tasaantunut. Sisämallien lämpötilakäyrien tasaisuus johtuu osaksi myös siitä, että erottimen jäähtyminen lämpimissä sisätiloissa on hitaampaa kuin ulos asennetuissa malleissa.

Maahan asennettujen erottimien mittautuloksissa näkyy mittauspaikasta johtuen selvästi mittauskohteiden päivittäisen toiminnan vaikutus lämpötiloihin. Lämpötilat nousevat voimakkaasti aamupäivällä kun keittiö aloittaa toimintansa. Kun kaikki astiat on pesty ja keittiö menee kiinni, lämpötila alkaa laskemaan tasaisesti. Ulos asennetuissa erottimissa säiliössä oleva vesi jäähtyy enemmän niinä aikoina, kun keittiötä ei käytetä. Lämpö pääsee siirtymään yksinkertaisen kannen läpi ulkoilmaan sekä johtuu säiliön seinien läpi maahan. Haukiputaan ammattioppilaitoksen mittautuloksissa näkyy selvästi, että erotinsäiliö on eristetty ja siinä on kaksinkertainen kansirakenne. Lämpötila laskee yön aikana noin 10 °C kun se Oamk:n erotimessa laskee noin 20 °C.

Tarkastellaan hieman tarkemmin yhden sisä- ja yhden ulkomallin tuloksia. Cafe Roosterin rasvanerotin on mallia EuroREK NS2 SL ja se on asennettu sisälle. Erotin on valmistettu rotaatiovaletusta PE-muovista. Kohteen rasvanerottimen mitoitusperusteita minulla ei ole käytössäni. Jos erotin mitoitetaan keskimääräi-

sen annosmäärän perusteella joka ravintolassa toteutuu ja käytetään lämpötilakertoimena 1.3 (jäteveden lämpötila > 60 °C) ja kaavoja 2 ja 3, erottimen NS-kooksi tulee seuraava.

$$\text{Jäteveden mitoitusvirtaama } Q_s = V F / (3600 t)$$

$$Q_s = (150 \text{ annosta} \times 50 \text{ l/annos}) \times 8,5 / (3600 \times 14) = 1,26 \text{ l/s}$$

$$NS = Q_s f_t f_d f_f$$

$$NS = 1,26 \times 1,3 \times 1 \times 1 = 1,6$$

Jos mitoitus tehdään viemäripisteiden normivirtaamien avulla, kooksi tulee seuraava.

*Normivirtaamien summa [l/s] = 2*1,2 (astianpesukoneet) + 2*0,6 (astianpesualtaat) + 2*1,8 (lattiakaivot) = 7,2 l/s. Tästä seuraa D1:n mukaan, että $Q_s = 1,4 \text{ l/s}$.*

$$NS = 1,4 \times 1,3 \times 1 \times 1 = 1,8$$

Erottimen koko ravintolassa on näiden tietojen perusteella oikea.

Mitatusta lämpötilakäyrästä ei pysty näkemään yhteyttä keittiön toiminnan ja lämpötilamuutosten välillä. Lämpötilakäyrä on tasainen johtuen mittauspaikasta erottimessa. Vertaamalla lämpötilakäyrää maahan asennettujen erottimien tuloksiin voi arvioida, että maksimilämpötila erottimessa on voinut olla noin 40 °C tuloyhteen lähellä.

Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön ravintolan rasvanerotin on mallia EuroREK NS15 ja se on asennettu ulos maan alle. Erotin on valmistettu lujitemuovista. Tämän tyyppiset ravintolat, joissa valmistetaan paljon aterioita isoja määriä kerralla, eivät täysin vastaa D1:ssä tarkoitettua ravintolaa, joissa annokset valmistetaan tilauksesta. Jätevesimäärä/annos on todennäköisesti hieman pienempi kuin 50l/annos ja huippuvirtaamakerroin hieman suurempi kuin 8,5. Myöskään valmistuskeittiön mitoitus ei voi käyttää, koska ruokailu tapahtuu ravintolan tiloissa ja näin ollen myös astiat tiskataan siellä. Valmistuskeittiön ruoat syödään yleensä muualla.

Jos erotin kuitenkin mitoitetaan D1:n ohjeen mukaan ravintolana käyttäen keskimääristä toteutuvaa annosmäärää ja lämpötilakerrointa 1.3, saadaan NS-kooksi.

$$\text{Jäteveden mitoitusvirtaama } Q_s = V F / (3600 t)$$

$$Q_s = (1750 \text{ annosta} \times 50\text{l/annos}) \times 8,5 / (3600 \times 12) = 17,2 \text{ l/s}$$

$$NS = Q_s f_t f_d f_f$$

$$NS = 17,2 \times 1,3 \times 1 \times 1 = 22,4$$

Tuon mitoituksen perusteella kohteen erotin on siis liian pieni. Oamk:n tekniikan yksikön ravintolan annosmäärät ovatkin kasvaneet paljon sen jälkeen kun erotin on asennettu ja samaa keittiötä käyttää nykyisin kaksi erillistä ravintolaa. Tämä johtuu oppilaitoksen laajenemisesta.

Mittaustuloksista pystyy näkemään lämpötilan muutoksen suhteessa keittiön toimintaan. Aamulla, kun keittiöllä alkaa toiminta, lämpötila erottimen tulopäässä kohoaa nopeasti lähes 15 °C. Ennen lounasajan alkamista näkyy joka päivä lämpötilan hetkellinen lasku. Tällöin keittiössä käytetään runsaasti kylmää vettä ja lämpötila erottimen alkupäässä laskee jopa alle 15 °C:n. Lounasajan alkamisen jälkeen alkaa astioiden jatkuva pesu, joka nostaa lämpötilan yli 40 °C:n. Viimeinen korkea lämpötilapiikki johtuneen päivän lopuksi tehtävästä tiskauksesta, uunien pesuohjelmien ajosta ja siivouksesta.

Kokonaisella mittausviikolla näkyy pieni trendinomainen lämpötilan nousu, ja korkein maksimilämpötila onkin mitattu perjantaina. Tämä johtuneen siitä, että erottimen säiliö jäähtyy viikonlopun aikana ja lämpenee sitten arkipäivien aikana koko ajan hieman. Jos keittiö olisi ympäriviikkoisessa käytössä, lämpötila todennäköisesti nousisi vielä ainakin jonkin verran. Vaikka erotin on mahdollisesti alimitoitettu, lämpötila ei nouse kuitenkaan nykyisellä käytöllä vaarallisen korkeaksi. Tämä johtuneen maahan asennettujen erottimien tehokkaammasta jäähtymisestä, melko lyhytaikaisesta maksimikuormituksesta päivittäin ja siitä, että ravintolaa ei käytetä viikonloppuisin.

9 YHTEENVETO

Tämän työn pääasiallinen tarkoitus oli selvittää millaisia lämpötiloja rasvanerotinkaivoissa esiintyy erilaisissa kohteissa. Työssä tehtyjen mittausten perusteella rasvanerottimien lämpötilat eivät ainakaan erottimen keskellä nouse lähelle PE-muovin kestoämpötilaa. Mikäli erotin on oikein mitoitettu, näyttävät lämpötilat pysyvän kohtuullisina. Mitä pienempi on erotin, sitä korkeampi on lämpötila erottimessa mittausten perusteella. Kahdessa sisälle asennetussa erottimessa lämpötilat tulopäässä ovat saattaneet kuitenkin käydä lähes 50 °C:ssa mittausjakson aikana. Asian varmistaminen vaatisi uudet mittaukset erilaisella mittaustavalla. Maahan asennetuissa malleissa ei lämpötila tulosten perusteella ole noussut 50 °C:n lämpötiloihin.

Ammattikeittiöissä käytettävät astianpesukoneet käyttävät hyvin korkeita huuhtelulämpötiloja, jopa 85 °C. Todennäköisesti lämpötilat rasvaviemäreissä nousevat paikoin korkeiksi. Korkeakin veden lämpötila näyttää kuitenkin tasoittuvan nopeasti, kun vesi sekoittuu rasvanerottimen vesitilavuuteen. Veden lämpötila laskee hieman myös, kun se virtaa ja sekoittuu kylmempiin vesiin rasvaviemäriin. Mikäli erotin on mitoitettu liian pieneksi, sen lämpötila voi kuitenkin joissain käyttökohteissa kohota ainakin ajoittain korkeaksi.

Lopullista vastausta siihen, nousevatko lämpötilat joissain paikoissa niin korkeiksi, että niissä olisi järkevää käyttää korkeampaa lämpötilaa kestävästä materiaalista kuin PE-muovi, ei tehdyistä mittauksista saatu. Mittauskohteiden määrä on kuitenkin melko pieni. On mahdollista, että joissain käyttökohteissa, joissa on pieni sisälle asennettu rasvanerotin, lämpötila kohoaa ainakin hetkellisesti korkeammaksi kuin 50 °C.

Tämän työn mittauks tulokset olisivat olleet paremmin vertailtavissa ja analysoitavissa, mikäli myös sisälle asennettujen erottimien lämpötiloja olisi päässyt mitaamaan läheltä tuloyhdettä. Lisäarvoa olisi antanut myös lämpötilatieto rasvaviemäristä. Lisäksi paremmat tiedot mitattavista kohteista ja niiden toiminnasta

olisivat olleet hyödyllisiä. Niiden saamista vaikeutti joidenkin mittauskohteiden kaukainen sijainti sekä haluttomuus antaa tietoja.

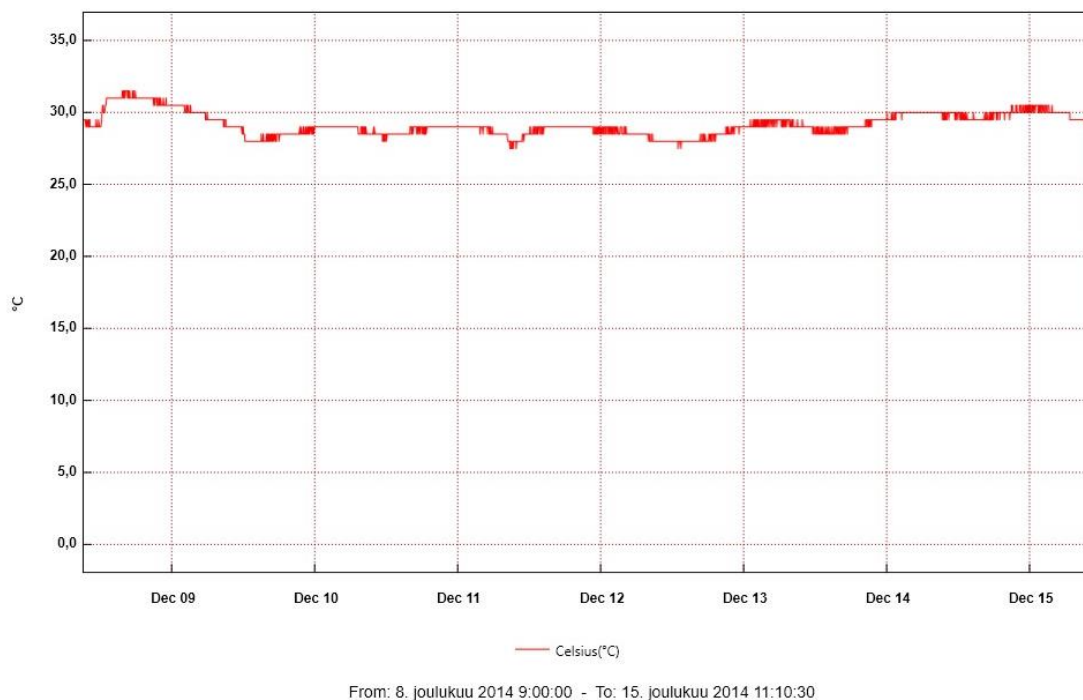
Hyvien mittauskohteiden löytäminen ei ollut kovin helppoa. Kohteeseen piti olla pääsy ja mittalaitteen asentaminen tuli olla mahdollista ja helppoa. Wavin-Labko Oy ja Markku Kauppi auttoivat kohteiden löytämisessä ja 10 kohdetta saatiinkin mitattua.

LÄHTEET

1. Wavin-Labko OY 2015. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/wavinlabko-oy-1/tietoa-wavinlabko-oysta.htm>. Hakupäivä 5.5.2015.
2. D1 (2007). Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
3. SFS-EN 1825-1. 2005. Rasvanerotimet. Osa 1: suunnittelun perusteet, suoritus ja testaus, merkintä ja laadunvalvonta. Suomen standardisoimisliitto SFS.
4. EuroREK rasvanerotin 2013. Asennus, käyttö ja huolto-ohjeet. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/jatevesien-johtaminen-ja-kasittely-1/rasvanerotimet-1.htm>. Hakupäivä 3.8.2015.
5. EuroREK NS2, NS3 ja NS7 SL lattia-asennusmallinen rasvanerotin 2013. Asennus, käyttö ja huolto-ohjeet. Wavin-Labko OY 2013. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/jatevesien-johtaminen-ja-kasittely-1/rasvanerotimet-1.htm>. Hakupäivä 3.8.2015.
6. Hydraulinen pintakuorma. 2014. Tieteen termipankki. Saatavissa: http://tieteen termipankki.fi/wiki/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tieteet:hydraulinen_pintakuorma. Hakupäivä 3.6.2015.
7. D1 (1987). Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 1987. D1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
8. SFS-EN 1825-2. 2005. Rasvanerotimet. Osa 2: nimelliskoon valinta, asennus, toiminta ja kunnossapito. Suomen standardisoimisliitto SFS.
9. Grönholm, Maiju 2011. Jäteveden lämmöntalteenotto. Insinööritoimisto. Metropolia, talotekniikan koulutusohjelma. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011061712274>.

10. Energiatehokas ammattikeittiö. 2012. Motiva. Saatavissa: www.motiva.fi/files/3056/Energiatehokas_ammattikeittio.pdf. Hakupäivä 5.6.2015
11. Korinkuljetusastianpesukoneet WD-151E - WD-421. 2014. Asennus- ja käyttöohje. Metos OY. Saatavissa: <http://www.metos.fi/pdf/prods/userguide/FI/4246213.pdf>. Hakupäivä 2.8.2015.
12. Kupukone Master Hood 130S. 2014. Asennus- ja käyttöohje. Metos OY. Saatavissa: <http://www.metos.fi/pdf/prods/userguide/FI/4246460.pdf>. Hakupäivä 3.8.2015.
13. Astiahuolto. 2011. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Saatavissa: <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/puh-taanapito/astiahuolto>. Hakupäivä 10.6.2015.
14. Kauppi, Markku 2015. Tuotepäällikkö, Wavin-Labko OY. Haastattelut ja keskustelut 2014–2015.
15. Wafix HT/PP kiinteistöviemärijärjestelmät. 2010. Tekninen esite. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/kiinteistoviemarointi-1/wafix-pp.htm>. Hakupäivä 30.7.2015.
16. Asto dB ääntävaimentava kiinteistöviemärijärjestelmä. 2014. Tekninen esite. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/kiinteistoviemarointi-1/wavin-asto-1.htm>. Hakupäivä 30.7.2015.
17. PE -muovin tekniset tiedot. 2012. Vink Finland OY. Saatavissa: http://www.tuotteet.vink.fi/media/tuotteet/pe/vink_pe_esite_a4_web.pdf. Hakupäivä 7.8.2015.
18. Tekniset muovit esite. 2014. Fluorotech OY 2014. Saatavissa: http://www.fluorotech.fi/files/Teknisetmuovit_2014.pdf. Hakupäivä 5.8.2015.

19. EuroREK NS2 SL. 2011. Tuotokuva. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/jatevesien-johtaminen-ja-kasittely-1/rasvanerottimet-1.htm>. Hakupäivä 1.8.2015.
20. EL-USB-TC dataloggeri. 2015. Tekniset tiedot. Lascar electronics. Saatavissa: <http://www.lascarelectronics.com/temperaturedatalogger.php?location=uk&datalogger=364>. Hakupäivä 15.7.2015.
21. EuroREK NS15 rasvanerotin. 2011. Tuotokuva. Wavin-Labko OY. Saatavissa: <http://labko.wavin.com/web/jarjestelmat/jatevesien-johtaminen-ja-kasittely-1/rasvanerottimet-1.htm>. Hakupäivä 1.8.2015.
22. Kukkonen, Tomi 2014. Toimitusjohtaja, Cafe Rooster. Haastattelu ja käynti keittiöllä, 8.12.2014.
23. Kivelä, Janne 2015. LVI-suunnittelija, Hepacon OY, sähköpostiviesti 15.12.2014.
24. Ravintolapäällikkö, Sodexo Kotkanpoika ja Kultturelli, Oamk. Haastattelu ja käynti keittiöllä 15.12.2014.



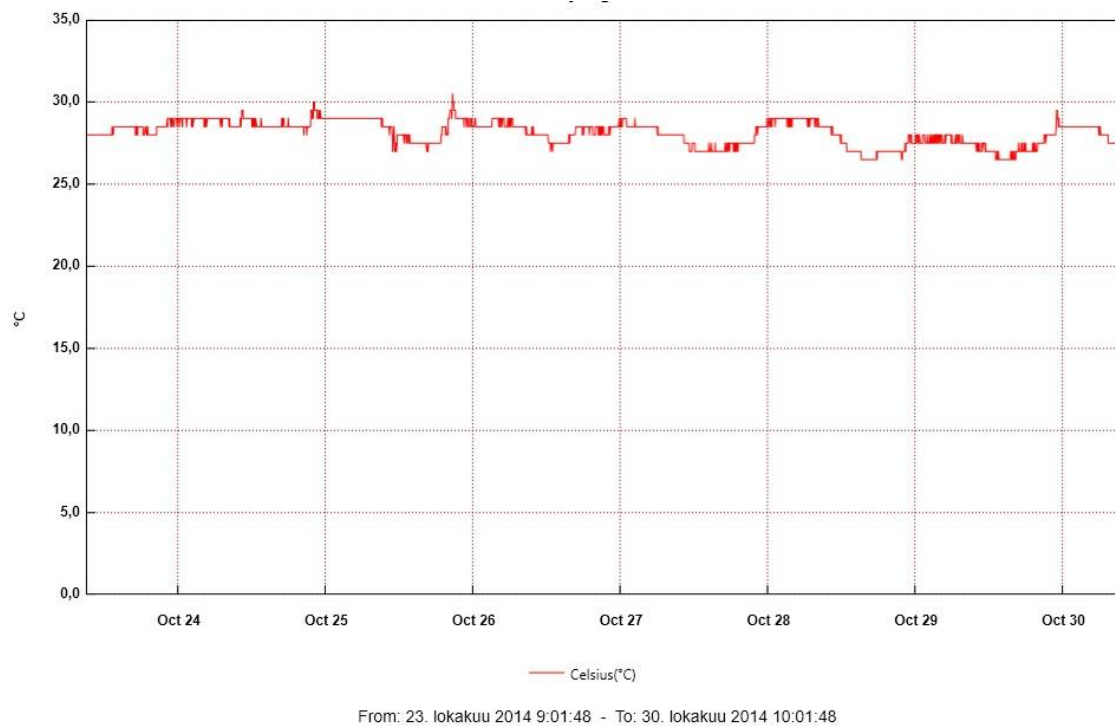
KUVA 6. Cafe Roosterin mittaustulokset

Cafe Rooster, Oulu

- Mittausjakso 8.–15.12.2014
- Erottimen koko NS2
- Lounasbuffet ja A la Carte ravintoja, kahvila ja Pubi.
- n. 200 asiakaspaikkaa (22)
- Annoksia (A la Carte listalta) 100 - 200/päivä, keskimäärin 150 annosta/päivä (22).

Kuumaa vettä päästävät koneet ja laitteet:

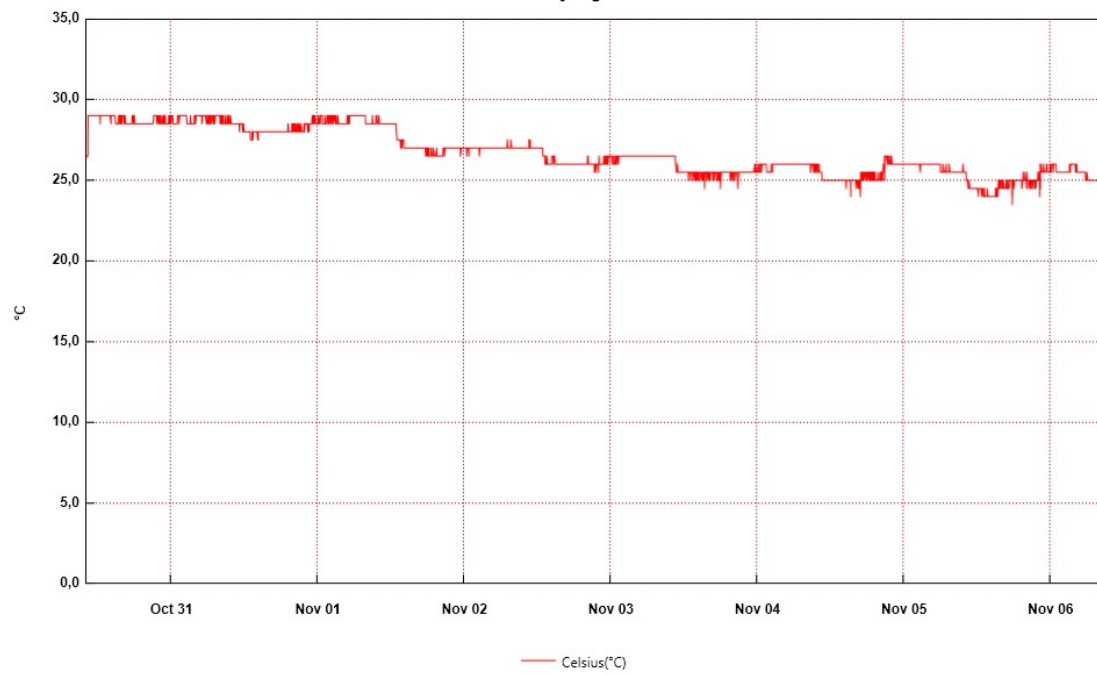
- SelfCooking Center Metos MSCC 5Senses 61. Täysautomaattinen kypsennyskeskus, jossa on automaattinen pesutoiminto, joka ajetaan joka ilta
- 2 kpl Metos Master Hood 130 kupu-pesukoneita. Loppuhuuhtelulämpötila jopa 85 °C
- 2 astianpesuallasta
- 2 lattiakaivoa DN110. (22.)



KUVA 7. Ravintola Harald, mittaustulokset

Ravintola Harald, Helsinki

- Mittausjakso 23.–30.10. 2014
- Erottimen koko NS7
- 6,0 dm³/s mitoitusvirtaama (23)
- Maksimi annosmäärä 500 annosta / päivä (23)

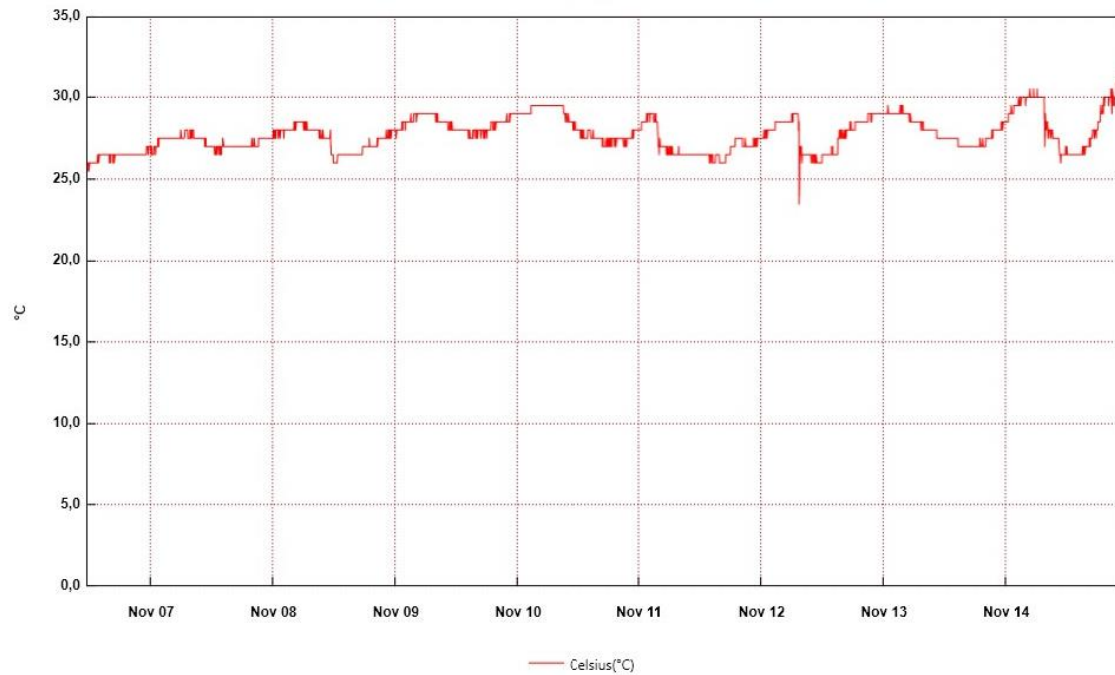


From: 30. lokakuu 2014 10:01:48 - To: 6. marraskuu 2014 9:15:48

KUVA 8. Hard Rock Cafe, mittaustulokset

Ravintola Hard Rock Cafe Helsinki

- Mittausjakso 30.10–6.11.2014
- Erottimen koko NS15
- 7,2 dm³/s mitoitusvirtaama (23)
- Maksimi annosmäärä 400 annosta / päivä (23)

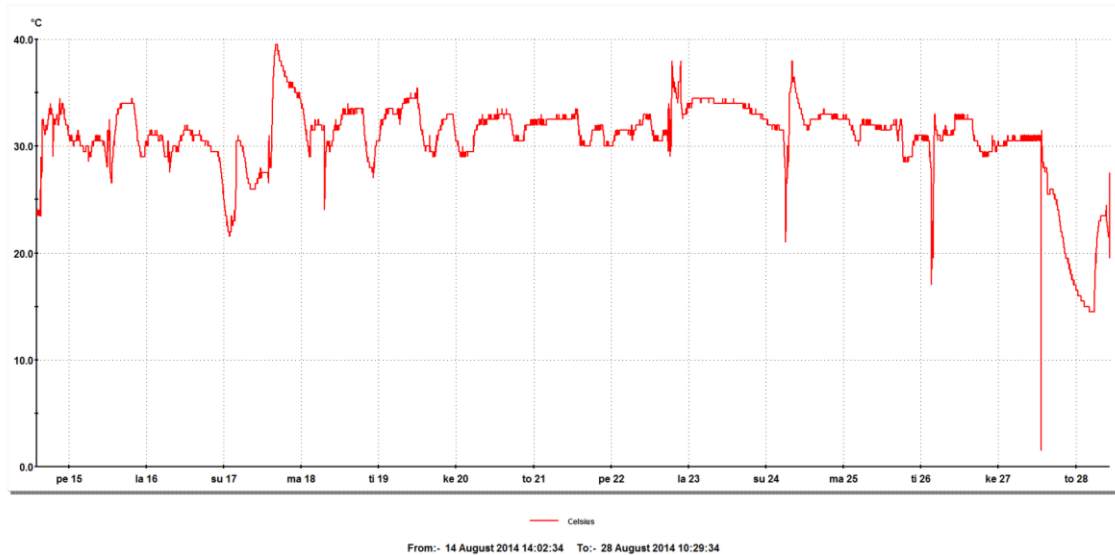


From: 6. marraskuu 2014 11:24:48 - To: 14. marraskuu 2014 22:50:48

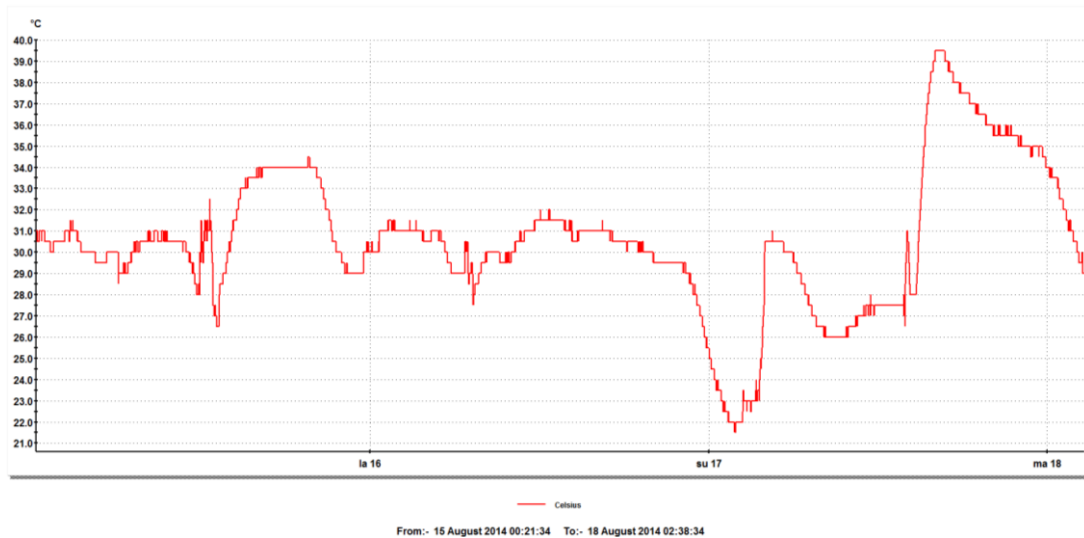
KUVA 9. Pizza Hut, mittaustulokset

Pizza Hut Helsinki

- Mittausjakso 6.–14.11.2014
- Erottimen koko NS7
- 4,8 dm³/s mitoitusvirtaama (23)
- Maksimi annosmäärä 400 annosta / päivä (23)



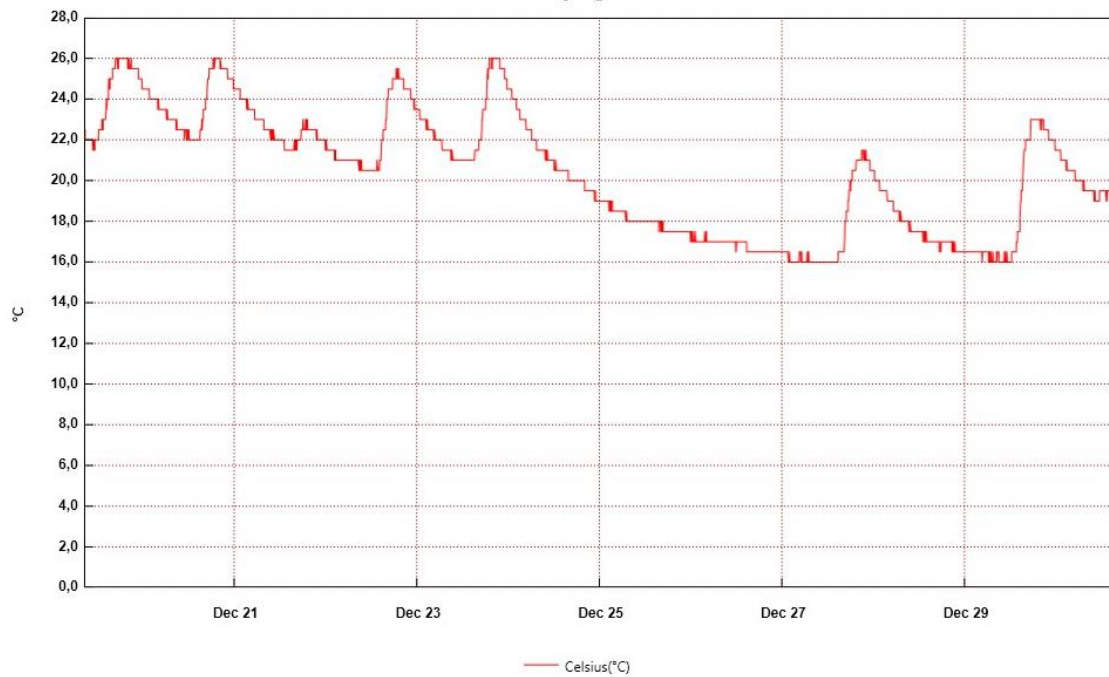
KUVA 10. Ravintola Artturi, mittaustulokset



KUVA 11. Tarkempi kuvaaja, viikonloppu 15.–17.8

Ravintola Artturi Tampere

- Mittausjakso 14.–28.8.2014
- Erottimen koko NS2
- Lounasravintola avoinna arkisin 11–15
- Pub avoinna arkisin -01 ja perjantai -03, lauantai 17–03, sunnuntai 17–24

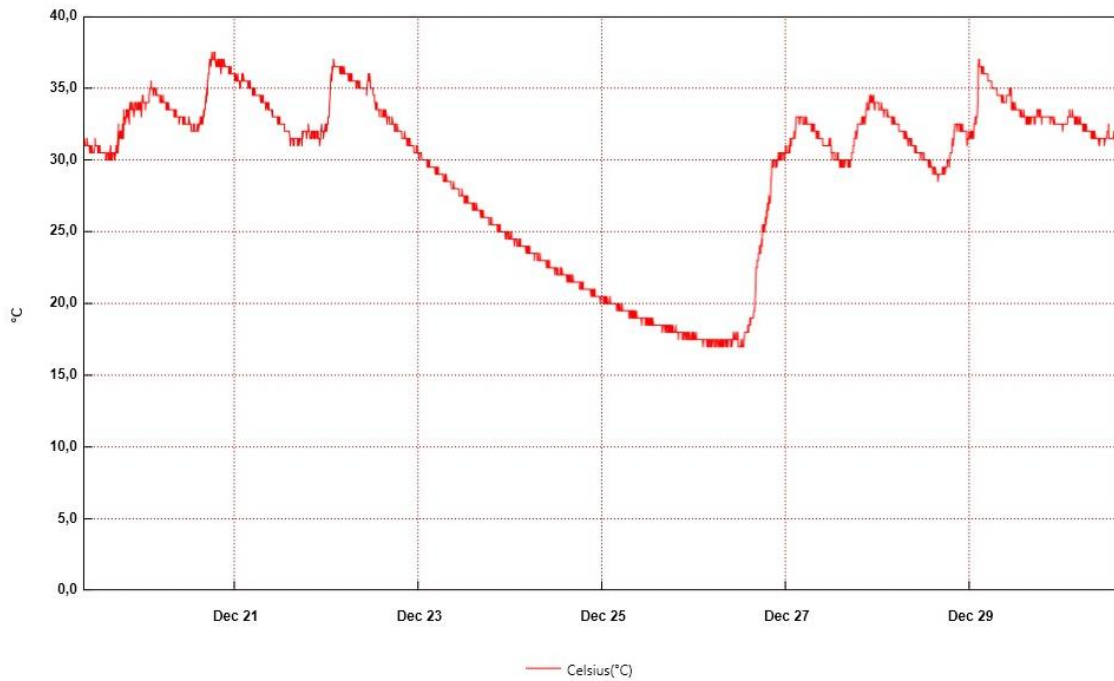


From: 19. joulukuu 2014 8:30:00 - To: 30. joulukuu 2014 15:24:30

KUVA 12. Phuket Thai ravintola, mittaustulokset

Phuket Thai Take Away Oulu

- Mittausjakso 19.–30.12.2014
- Erottimen koko NS2
- Thaimaalainen noutoravintola
- Avoinna 11–21

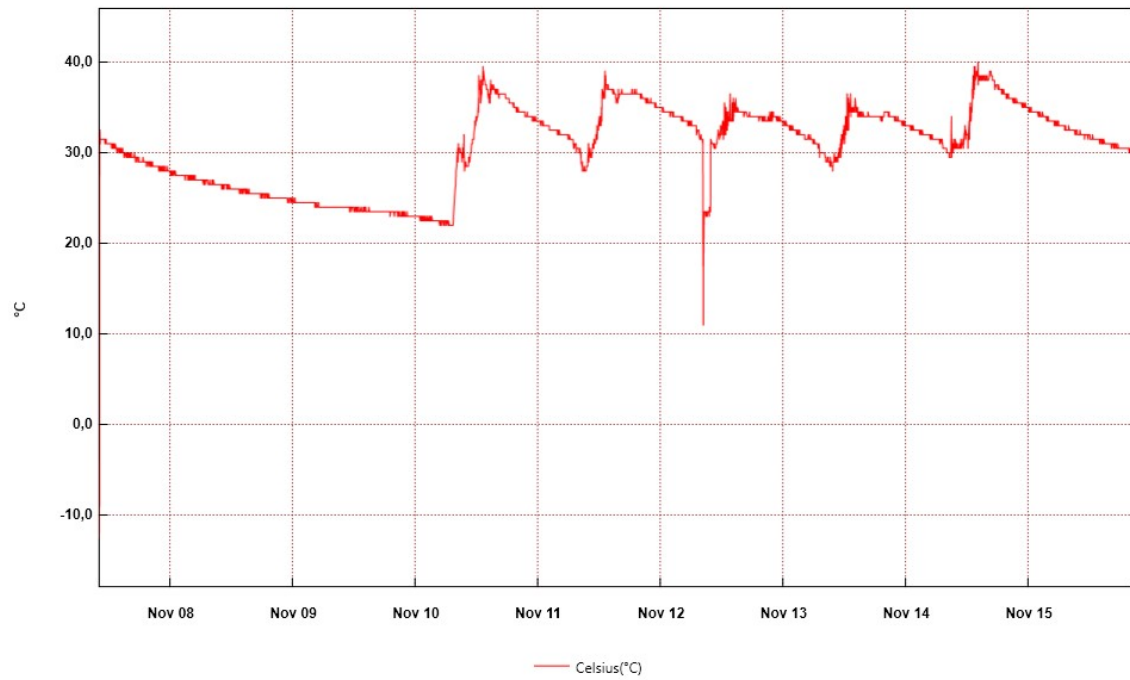


From: 19. joulukuu 2014 8:30:00 - To: 30. joulukuu 2014 15:24:30

KUVA 13. Kauppurienkatu 5, mittaustulokset

Kauppurienkatu 5, Oulu

- Mittausjakso 19.–30.12.2014
- Erottimen koko NS2
- Erotinta käyttävät ravintola Kauppuri5 ja ravintola Kuluma
- Kauppuri5 on hampurilaisravintola ja pub
- Kuluma on pub ja kahvila

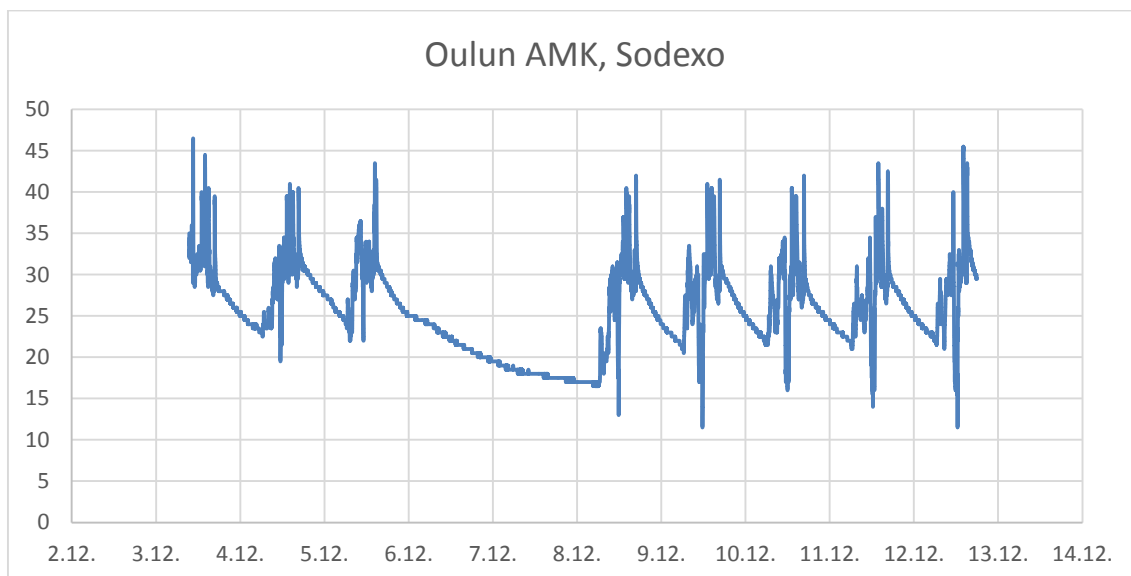


From: 7. marraskuu 2014 10:00:39 - To: 15. marraskuu 2014 20:51:09

KUVA 14. Haukiputaan ammattioppilaitos, mittaustulokset

Haukiputaan ammattioppilaitoksen ravintola

- Mittausjakso 7.–15.11.2014
- Erottimen koko NS20
- 50 mm lämpöeristys + lämmöntalteenotto perässä (14)



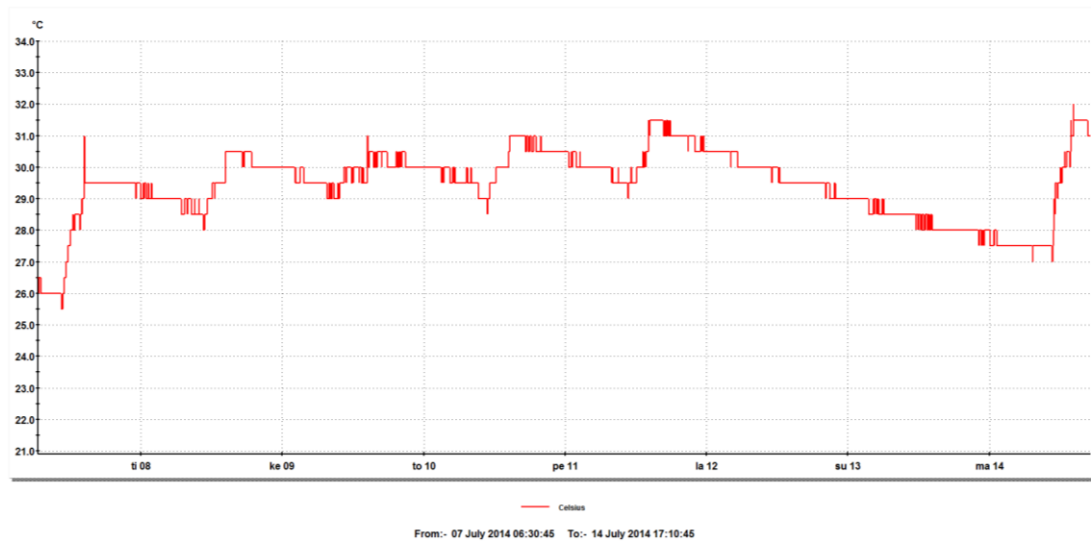
KUVA 15. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikkö, mittaustulokset

Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikkö, ravintola

- Mittausjakso 3.–12.12.2014
- Erottimen koko NS15
- Annosten määrä 1500 – 2000 / päivä (24)
- Toimintaa keittiössä arkisin klo. 05:00 – 18:30 (24)
- Lounasaika klo. 10:00 – 16:00
- Kaikki astiat pestyinä klo. 17:00 mennessä (24)
- Keittiö toimii koko ajan täydellä kapasiteetilla ja on alimitoitettu suhteessa annosmääriin (24)

Keittiön koneet:

- 2 isoa korikuljetustiskikonetta (Metos WD211E ja Metos WD-333)
 - Koneiden esipesulämpötila noin 40 °C, pesulämpötila 65 °C ja huuhtelulämpötila 85–90 °C
- 1 patapesukone Granuldisk GD90, pesulämpötila 75 °C
- 2 Metos-merkkistä leivontauunia, joista toisessa automaattipesutoiminto, joka ajetaan tarvittaessa
- 6 uunia
- 4 Metos Combi Line -merkkistä kahvinkeitintä
- 4 pataa. (24.)



KUVA 16. Hermia 5, mittaustulokset

Hermia 5, Tampere

- Mittausjakso 7.–14.7.2014
- lounasravintola ruokailu klo 10:30–13:00
- Erottimen koko NS7